引用格式：葛春雷，裴瑞敏，张秋菊．德国科研机构协同创新组织模式研究．中国科学院院刊，2024, 39(2): 345-357, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20230726006.
Ge C L, Pei R M, Zhang Q J. Collaborative innovation organizational modes of major scientific research institutes in Germany. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024, 39(2): 345-357, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20230726006. (in Chinese)

德国科研机构协同创新组织模式研究

葛春雷[1] 裴瑞敏[1,2*] 张秋菊[1,2]

1 中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190
2 中国科学院大学 公共政策与管理学院 北京 100049

摘要 在创新驱动发展的战略背景下，联合各类科技创新主体、强化协同创新是践行并加快实现高水平科技自立自强的有效途径。当前，我国处在促进协同创新加速发展的重要时期，需要借鉴国外的成功经验。文章通过文献分析和案例分析等方法，在梳理协同创新内涵及其组织模式的基础上，以德国四大科研机构之间的项目型、集成型、战略联盟型、平台型和网络型5类代表性组织模式为例，从协同创新目标、合作主体、组织机制、出资方式、政府作用和合作成效等方面分析和总结了不同组织模式的特征、优势和适用情形，为推动我国科技创新协同发展提供借鉴。

关键词 德国，科研机构，协同创新，组织模式

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20230726006

CSTR 32128.14.CASbulletin.20230726006

不断变革的科学研究范式和日益增强的学科交叉融合趋势提高了科技创新的难度，加深了科技创新的复杂度，加快了科技创新的速度，对传统单一主体的科技创新模式提出了全新挑战。协同创新逐渐成为“大科学”时代科技发展的必然选择，也成为创新型国家开展科技创新活动的重要趋势。

自2011年，胡锦涛同志首次提出“积极推动协同创新”的指示精神以来[1]，我国政府、高校、科研机

*通信作者
资助项目：中国科学院科技战略咨询研究院前沿探索计划项目（E2X1561Z、E2X1261Z），国家自然科学基金青年科学基金项目（71904185）
修改稿收到日期：2024年2月6日；预出版日期：2024年2月7日

构、企业等科技创新主体在协同创新组织方式方面进行了积极探索和实践，发展了创新联合体、新型研发机构、联合研发平台、产业技术创新战略联盟等新模式，并取得了显著成绩。但与发达国家相比，我国的协同创新组织模式还存在不少弊端，协同创新的广度、深度、效果和持久性有限，没有形成基于利益驱动的协同创新长效机制[2]。如何将科技创新主体有效协同起来，以最优化的组织模式进行创新，对于我国突破关键核心技术、加快实现创新驱动发展、推动高水平科技自立自强具有重要意义。

德国作为科技创新强国，其科技创新体系具有独特优势，各创新主体定位清晰、分工明确，形成了相互合作的协同创新关系。德国四大科研机构——马克斯-普朗克科学促进会（MPG，以下简称“马普学会”）、弗劳恩霍夫协会（FhG）、莱布尼茨科学联合会（WGL）、亥姆霍兹联合会（HGF）作为德国科技创新体系中重要的战略科技力量，在创新链上各司其职，在关键技术攻关方面体现了协同创新的组织特征并取得显著成效。本研究以德国四大科研机构协同创新组织模式为研究对象，从协同创新目标、合作机构、组织机制、出资方式、政府作用和合作成效等方面，分析德国四大科研机构协同创新的做法和经验，为我国在重要科技领域的协同创新组织建设提供参考。

1 协同创新理论相关研究

随着创新理论的不断发展，协同创新的思想也逐步兴起。20世纪70年代，德国物理学家赫尔曼·哈肯（Hermann Haken）系统性地提出了协同理论，认为协同是系统中各子系统的相互协调、合作或同步的联合作用及集体行为，结果产生1+1>2的协同效应。2005年，美国麻省理工学院学者彼得·格勒（Peter Gloor）最早给出协同创新的定义，即“协同创新是由自我激励的人员组成网络小组，形成集体愿景，借助网络交流思路、信息及工作状况进行合作，实现共同的目标”[3]。我国关于协同创新的研究始于20世纪90年代末的产学研协同创新。目前，国内学者普遍认为协同创新是指不同创新主体以合作各方的共同利益为基础，以资源共享或优势互补为前提，合理分工，通过创新要素有机配合，经过复杂的非线性相互作用，产生单独要素所无法实现的整体协同效应的过程[4]。协同创新作为一种复杂的创新组织方式，具有整体性、层次性、系统性、复杂性、动态性、集约性、学习性、有机性、自组织性等特征[2]。

协同创新的组织方式具有多样性，国内一些学者对此进行了分类并给出分类依据。例如，2004年，李焱焱等[5]依据创新主体作用的差异，将产学研合作分成政府主导型、企业主导型、高校与科研机构主导型、共同主导型4种模式：政府主导型又分为政府指令型和政府推动型2种形式；企业主导型包括委托开发、合作开发、共建研究机构3种形式；高校与科研机构主导型包括技术转让和专利出售等形式；共同主导型以利益为纽带，合作各方在平等地位下发挥各自优势，共同促进技术创新和市场开发，共担风险，共享利益。2012年，鲁若愚等[6]从创新主体合作的紧密程度，将产学研合作划分成技术转让、委托研究、联合攻关、内部一体化、共建基地、共建实体6种模式：技术转让的常见形式是高校与科研院所出让技术，企业受让技术；委托研究是指企业作为委托方将研究任务委托给高校、科研院所等学术机构进行研究的一种行为；联合攻关的模式多以科研课题为载体、以课题组为依托，由产学研各方合作进行研究开发；内部一体化的典型形式是高校或科研院所开办企业，通过组织创新的方式将科研活动与现实经济相联系；共建基地和共建实体2种形式是指产学研各方共同投入，组建联合研发机构、联合实验室等科研基地或研发实体。2015年，王章豹等[7]根据协同创新组织层次和紧密程度将产学研协同创新分为项目式、共建式、实体

式、联盟式和虚拟式5种组织模式：项目式包括技术转让、委托研究、协同攻关3种形式；共建式的具体形式有共建研发基地、共建协同创新中心和共建高科技园区3种形式；实体式分为以高校科技企业为典型的内部实体模式和产学研各方组建法人经济实体的外部实体模式2种形式；联盟式以产业技术联盟为代表，可分为行业性产业技术联盟、区域性产业技术联盟和跨行业跨地区产业技术联盟3种形式；虚拟式则是指借助现代网络技术建立起的网络化虚拟组织形式，有产学研虚拟合作教育和虚拟研发平台等形式。

之前文献的研究视角多集中在产学研协同创新的组织模式，强调政府的引导作用和企业的核心地位，较少研究关注处于创新链不同环节的科研机构协同创新的组织模式，本研究尝试以德国四大科研机构的多种协同创新组织模式为例，从创新链视角分析科研机构在协同创新中的作用。

2 德国科研体系及四大科研机构的定位

德国科研体系由高校、科研机构和企业3个板块组成①。高校从事广泛的研究，在基础理论研究、应用研究、人才培养等方面发挥着非常重要的作用；以马普学会、弗劳恩霍夫协会、莱布尼茨科学联合会、亥姆霍兹联合会为代表的非营利性科研机构是德国基础和前沿领域研究的重要科研力量，是国家战略性重点研究项目的主要承担者；企业主要开展基于自身发展需要的应用研究，是产品技术创新的主力军。

在德国科研体系中，四大科研机构最具代表性，其是在二战后的建制化发展是德国科研实力快速复苏的关键因素。它们作为德国科研体系的重要组成部分，在研究定位上各有侧重，形成了分工明确、统筹互补的有机体系，共同造就了德国解决重大、复杂性科学挑战的主要阵地。

（1）马普学会。马普学会成立于1948年，主要从事自然科学、生物科学和人文社会科学领域的前沿基础研究和跨学科创新，是德国获得诺贝尔奖最多的科研机构，科研活动采用学术带头人（PI）制，约90%的经费来自德国联邦政府和州政府的机构式资助②。

（2）弗劳恩霍夫协会。弗劳恩霍夫协会成立于1949年，为发展面向企业需求的应用性科研而建立，是德国也是欧洲最大的应用研究机构，科研活动以委托科研为主，经费70%来自政府和企业委托的项目，30%来自德国联邦政府和州政府的机构式资助③。

（3）莱布尼茨科学联合会。莱布尼兹科学联合会成立于1995年，是拥有众多研究实体的综合性科研机构，主要从事社会、经济和生态等面向应用的基础研究，约70%的经费来自德国联邦政府和州政府的机构式资助③。

（4）亥姆霍兹联合会。亥姆霍兹联合会成立于1995年，是德国最大的科研机构，以国家中长期性科研任务目标为导向，借助大型设备和科研设施在健康、能源、地球与环境、关键技术、物质、航空航天与交通6个领域开展大科学研究，科研活动采用项目制，约70%的经费来自德国联邦政府和州政府的机构式资助。

随着科学技术生产所需的知识和技能日益复杂多样，德国四大科研机构在各自分工的基础上，积极整合内外部创新资源，通过建立创新效率更高的协同创新模式，实现智力上、方法上和学科间的资源共享和优势互补，提升科研创新能力，促进科技进步和交流。

① 本文对德国高校和德国大学作了区分：高校包括综合性研究型大学、应用技术大学、艺术类院校、师范类院校、神学院校等；大学特指综合性研究型大学，是高校的一种类型。

② Pakt für Forschung und Innovation Monitoring-Bericht 2023 Band Ⅱ. [2023-11-27]. https://www. gwk-bonn. de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/PFI-Monitoring-Bericht_2023_Bd._II.pdf.

3 德国四大科研机构协同创新组织模式

德国四大科研机构协同创新的组织形式多样，按合作组织结构的松散程度分为项目型、集成型、战略联盟型、平台型和网络型共5种组织模式。

3.1 项目型组织模式

项目型组织模式是一种动态、可扩展、灵活的合作模式，其组织结构紧凑，参与者之间的科研合作密切度高[8]，管理快捷灵活，协同效率高效，合作研究项目聚焦具体科学问题。该模式的典型案例是马普学会和弗劳恩霍夫协会联合发起的合作计划（图1）。

（1）合作目的。马普学会和弗劳恩霍夫协会自2005年起利用各自的核心竞争力，在基础研究和应用研究的交叉领域合作开发具有应用潜力的新技术，将一流的基础研究成果转化为创新应用；通过2个或以上的马普学会下属研究所和弗劳恩霍夫协会下属研究所合作完成项目，实现各自无法独立完成的科研目标，填补创新链中的缺口。

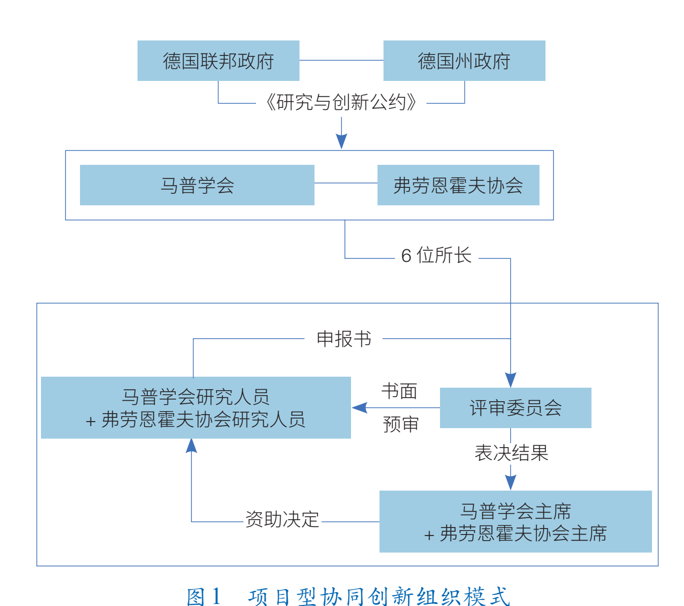


图1　项目型协同创新组织模式

Figure 1　Organizational model of collaborative innovation for project-type

（2）组织机制。马普学会和弗劳恩霍夫协会的合作项目采用内部招标、内部竞争、联合评审、联合资助的方式，合作项目期限为3—4年。项目采用多级评审机制，先由马普学会和弗劳恩霍夫协会各派出3位所长组成评审委员会作出书面预选，之后邀请约5个项目组做项目陈述。马普学会主席和弗劳恩霍夫协会主席在评审委员会表决结果的基础上作出是否资助的最终决定，每年共批准2—4个新项目③。马普学会和弗劳恩霍夫协会每年投入400多万欧元支持合作项目④。

（3）政府作用。德国联邦政府和州政府为马普学会与弗劳恩霍夫协会合作的持续与深化提供资金和制度保障。2005年，德国联邦政府和州政府缔结《研究与创新公约》，在该公约框架内，德国联邦政府和州政府通过持续增加包括德国四大科研机构在内的非高校科研机构的预算，保障对非高校科研机构的经费投入，加强其在德国科研体系中的地位。各科研机构在经费稳定增长的保障下承诺采取更多措施来进一步提升科学研究的质量，措施之一就是深化科研机构之间的合作，缩小基础理论研究和应用之间的差距[9]。

（4）合作成效。合作计划自2006年实施以来，马普学会和弗劳恩霍夫协会共投入约0.58亿欧元、资助项目55个⑤。这些项目涵盖主题广泛，分布在生物技术、医学、微电子、催化研究、量子物理、信息通信、材料、能源等重要技术和具有经济意义的领域，实现了新型无稀土磁性材料、双梳光谱技术、阿秒级极紫外光脉冲激光器等技术创新。

③ Brückenscchlag zwischen angewandter Forschung und Gruandlagenforschung. (2015-09-07)[2023-11-27]. https://www.fraunhofer.de/de/institution/kooperationen/10-jahre-kooperation-fraunhofer-max-planck.html.

④ Wissen für die Praxis. (2021-10-27)[2023-11-27]. https://www.mpg.de/4618864/kooperationen_max-planck_fraunhofer.

⑤ Pakt für Forschung und Innovation Monitoring-Bericht 2023 Band Ⅲ. [2023-09-04]. https://www. gwk-bonn. de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/PFI-Monitoring-Bericht_2023_Bd._III.pdf.

3.2 集成型组织模式

集成型组织模式表现为一种集成化组织，这种集成是从整体及战略角度出发，打破以单一机构为主体的分散组织模式，将具有不同功能的组织要素集成为一个有机整体，目的是通过相互补充，使组织体的功能发生质的突变，提升整体解决方案的供给能力和综合竞争优势，放大整体效应。该模式的典型案例是弗劳恩霍夫协会与莱布尼茨科学联合会合作组建的德国微电子研究工厂（图2）。

（1）合作目的。2017年，弗劳恩霍夫协会下属的11家研究所[⑥]和莱布尼茨科学联合会旗下的2家研究所[⑦]共同制定并启动了跨地区的微电子与纳米电子研究项目——德国微电子研究工厂；其目的是通过跨区域合作方式将科研与应用、科研与加工、科研与生产密切结合起来，在基础研究和客户特定的产品开发之间架起桥梁，向科学和工业领域的用户提供新技术和覆盖完整创新链的一站式、高成熟度的解决方案，推动德国乃至欧洲的半导体和电子工业的发展。

（2）组织机制。德国微电子研究工厂将2家机构共13个研究所的2 000多位科研人员以及技术研发设备统筹组织，研究重点集中在“硅基技术”“复合半导体”“异质整合”“设计、测试及可靠性”4个未来技术领域。此外，德国微电子研究工厂通过“微波和太赫兹”“电力电子”“互补型金属氧化物半导体电路的设计、制造和系统集成”“光电系统”“传感器系统”“微机电系统执行器”6个技术平台，整合从系统设计到测试的整个技术价值链上的相关能力，为客户提供整体解决方案。德国微电子研究工厂在柏林设立了办事处，负责协调组织德国微电子研究工厂的业务活动和发展战略，办事处人员包括德国微电子研究工厂负责人，4位技术领域经理负责规划技术领域的长期发展方向，若干项目经理负责联络产业界客户并对接应用性课题，以及一支传播团队负责宣传和市场

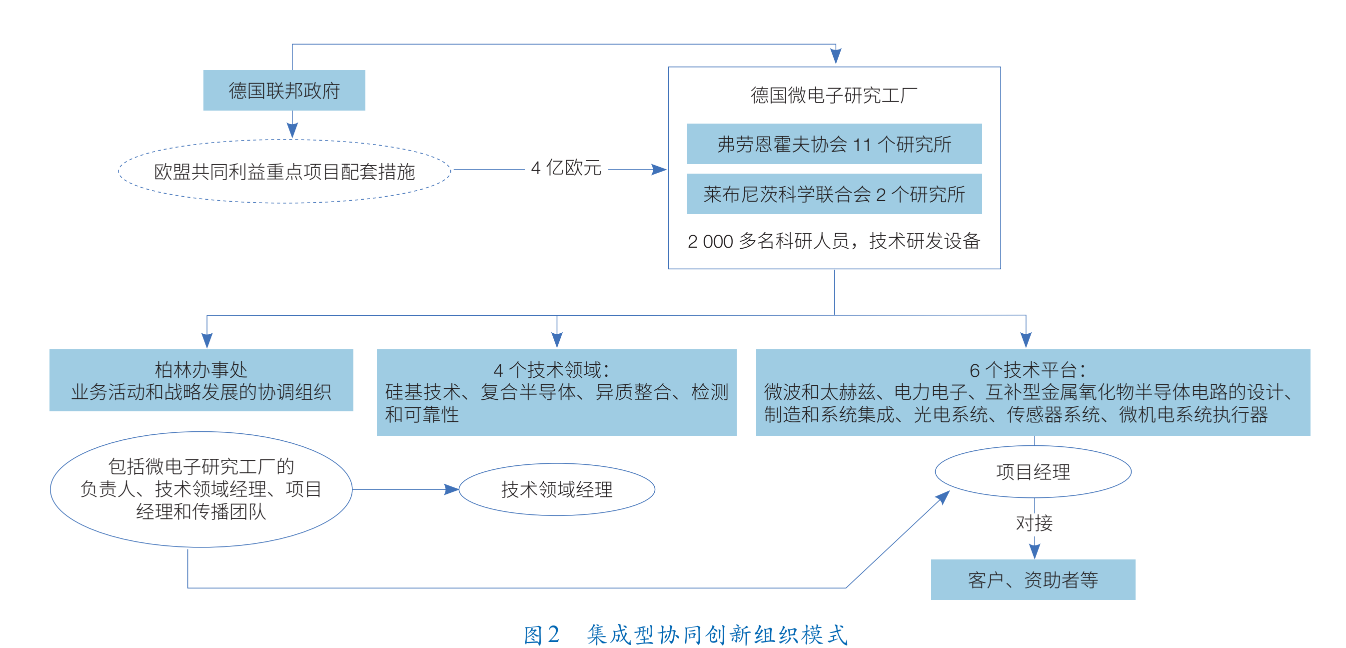


图2　集成型协同创新组织模式

Figure 2　Organizational model of collaborative innovation for integrated-type

⑥ 11家研究所为：微系统和固态技术研究所、电子纳米系统研究所、高频物理和雷达技术研究所、通信技术研究所、应用固体物理研究所、集成电路研究所、系统集成和元件研究所、微电子电路和系统研究所、光电微系统研究所、硅技术研究所、可靠性和微集成研究所。

⑦ 2家研究所为：微电子创新研究所和高频技术研究所。

营销[⑧]。

（3）政府作用。德国微电子研究工厂是德国联邦政府在泛欧计划“欧盟共同利益重点项目”（IPCEI）框架下的配套举措，是两德统一以来德国政府对微电子研究的最大投资。德国联邦教育与研究部为德国微电子研究工厂的研发项目与基础设施建设资助总额约4亿欧元，其中，首批实验设备的更新和扩建约3.5亿欧元，弗劳恩霍夫协会获得约2.8亿欧元、莱布尼茨科学联合会获得约0.7亿欧元[⑨]。

（4）合作成效。德国微电子研究工厂作为欧洲最大的跨地区微电子研发联盟，是世界智能系统领域规模最大的技术和知识产权团队，其在通信和传感技术领域对太赫兹技术的开发为德国成功实施“工业4.0”、数字化及解决资源效率等未来问题作出了重要贡献[⑩]。

3.3 战略联盟型组织模式

战略联盟型组织模式是一种战略性、松散的长期合作模式，由2个或2个以上具有共同战略利益的组织组成。该组织模式强调合作各方作为统一整体，在选定的领域共同使用资源进行开发并占领市场，从而实现增强竞争优势、提升整体显示度的最终战略目标。该组织模式的典型案例是由马普学会、弗劳恩霍夫协会和亥姆霍兹联合会旗下的德国航空航天中心（DLR）等科研机构联合多个德国著名大学共同发起的慕尼黑量子谷计划（图3）。

（1）合作目的。2021年，马普学会、弗劳恩霍夫协会、德国航空航天中心、巴伐利亚科学院（BAdW）、慕尼黑工业大学（TUM）、慕尼黑大学（LMU）和埃尔朗根-纽伦堡大学（FAU）共7家机构共同发起慕尼黑量子谷计划。该计划的目标是在未来10年内使慕尼黑成为全球拥有最先进量子科学和技术的地区之一，帮助德国在量子技术领域取得领先地位。

（2）组织机制。慕尼黑量子谷从研究、开发、人才3个方面深入探索量子科学和技术，具体措施包括：①量子计算与技术中心承担建造和运行超导量子计算机、基于离子和原子量子比特的量子计算机。其中，马普学会下属的马普量子光学研究所和光物理研究所

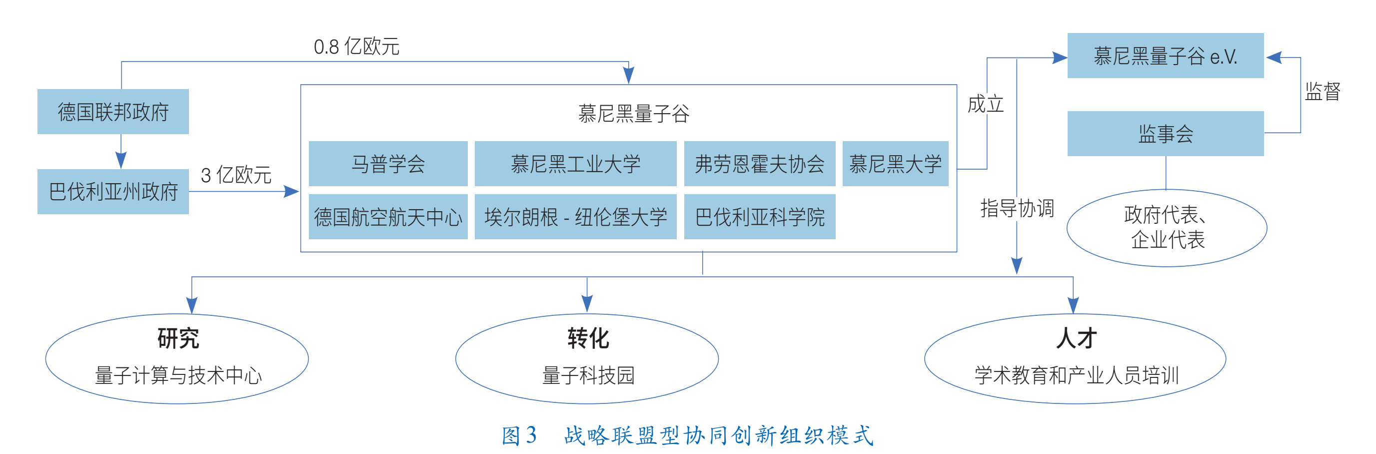


图3 战略联盟型协同创新组织模式

Figure 3 Organizational model of collaborative innovation for alliance-type

⑧ Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland: FAQ—Your questions answered. [2023-11-27]. https://www. forschungsfabrik-mikroelektronik.de/en/faq.html#faq_faqitem_34130533-answer.

⑨ “Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland” gestartet. (2017-04-06) [2022-11-27]. https://www. bmbf. de/bmbf/shareddocs/pressemitteilungen/de/forschungsfabrik-mikroelektronik-deutschland-gestartet.html#searchFacets.

⑩“工业4.0”特指第4次工业革命，是指将先进的信息技术与制造业相结合的产业变革。

在量子模拟器、光学晶格中的冷原子、里德伯原子、量子信息处理和量子多体物理方面以开创性的基础研究成果为量子技术奠定基础；弗劳恩霍夫协会主要在量子计算的安全性、稳健性和优化3个领域开展与量子计算相关的软件问题研究，并接管了系统关键部件的工程、制造和系统集成化等工作，从软件和硬件2个方面全面参与慕尼黑量子谷；德国航空航天中心在优化控制理论和量子算法方面发挥专业优势，针对不同的硬件系统和算法，对量子比特的优化控制进行数值优化，开发软硬件全栈式量子计算机。② 量子科技园为慕尼黑量子谷的研究与产品开发提供必要的技术基础设施和生产设施。马普学会半导体实验室与弗劳恩霍夫协会下属的微系统和固态技术研究所的基础设施要素将整合到量子科技园中，为量子技术研发和成果转化提供最先进的设施和设备。③ 组织学术教育和产业界人员培训。马普学会的两个博士课程“马普量子科学与技术国际研究生院”和“马普光物理学国际研究生院”为博士生提供高水平的培训；马普学会科研成果转化机构马普创新有限公司和弗劳恩霍夫协会风险投资部开展针对科研人员的培训工作和咨询服务，提高科研人员的专利意识。慕尼黑量子谷建立了一套精简的组织管理结构，7家合作机构以“注册协会”的法律形式成立了慕尼黑量子谷注册协会（慕尼黑量子谷 e.V.），负责指导和协调慕尼黑量子谷的工作，整合并分配资源。德国联邦政府、巴伐利亚州政府和工业界代表组成监事会，监督慕尼黑量子谷 e.V. 的工作。

（3） 政府作用。慕尼黑量子谷是巴伐利亚州发展量子科技的核心力量，巴伐利亚州政府在“巴伐利亚高科技议程”框架下为慕尼黑量子谷提供了总计3亿欧元的资金。同时，慕尼黑量子谷作为德国联邦政府“未来计划”的一部分，得到了德国联邦教育与研究部和联邦经济部0.8亿欧元的资助[10]。此外，慕尼黑量子谷还与量子技术领域的企业合作，获得产业界的资助。

（4） 合作成效。慕尼黑量子谷在成立第1年就取得了相当大的进展，争取到了德国联邦政府经费用于实现量子计算机演示器和量子软件的应用。巴伐利亚州当地及其他地区的企业和学术机构，包括国际科研机构和相关协会等，与慕尼黑量子谷开展合作的兴趣日益浓厚，如与慕尼黑量子谷设立人员间的合作交流项目等。此外，慕尼黑量子谷在创建跨学科生态系统方面也发挥了先锋作用，研究人员数量从成立之初的200位几乎翻了一倍。这是在全球量子技术研究剧增，难以招募研究人员背景下对慕尼黑量子谷内部及周围量子生态系统吸引力的认可⑪。

3.4 平台型组织模式

平台型组织模式由一个牵头单位和多个合作伙伴共同构建，旨在建立一个开放、动态的协同平台，通过平台的开放性实现资源的有效整合和合作，合作伙伴在平台构建发展的过程中有较强的流动性，平台上每个合作伙伴的优势互为补充，相互促进，使平台释放巨大能量，共同创建“共创共赢”的生态。平台型组织模式通常采取“平台—子平台”的组织结构，根据业务分工设置不同的子平台，典型案例是2016年马普学会在人工智能领域主导发起的网络谷项目（图4）。

（1） 合作目的。网络谷由来自德国政府、科学界和工业界的12个合作成员共同参与，合作成员包括：巴登-符腾堡州政府（BaWü）；马普学会下属的马普智能系统研究所、弗劳恩霍夫协会、斯图加特大学（TU Stuttgart）、图宾根大学（Tübingen U）；美国亚马

⑪ Das erste Jahr im Rückblick. (2023-01-23)[2023-11-27]. https://www.munich-quantum-valley.de/de/neuigkeiten/nachricht/das-erste-jahr-im-rueckblick.

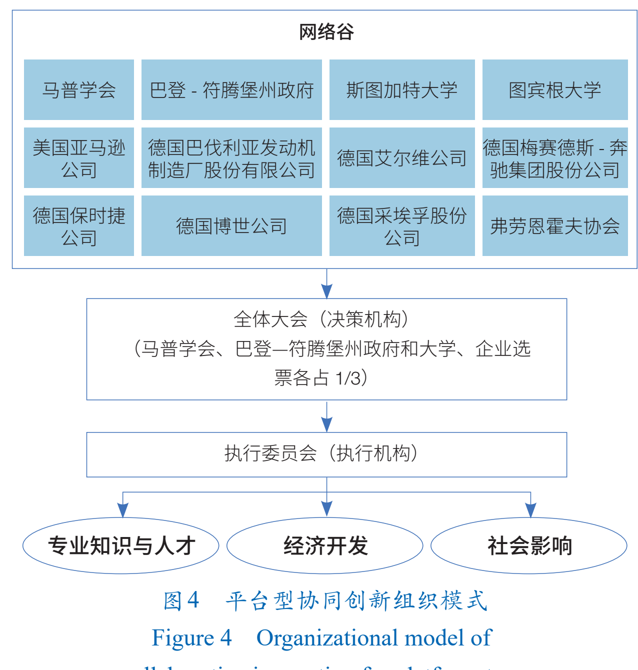


图 4　平台型协同创新组织模式

Figure 4　Organizational model of collaborative innovation for platform-type

逊公司（Amazon）、德国巴伐利亚发动机制造厂股份有限公司（BMW），致力于汽车概念及技术研发的工程技术服务的德国艾尔维公司（IAV）、德国梅赛德斯-奔驰集团股份公司（Benz）、德国保时捷公司（Porsche），从事汽车与智能交通技术、工业技术、消费品和能源及建筑技术等产业的德国博世公司（BOSCH），从事全球汽车行业零配件供应的德国采埃孚股份公司（ZF），其目的是创造研究和创业生态，打造德国“硅谷”。

（2）组织机制。网络谷跨越斯图加特和图宾根 2 个城市，设置专业知识与人才、经济开发和社会影响 3 个子领域。在专业知识与人才领域，马普学会下属的马普智能系统研究所和马普生物控制学研究所开展人工智能系统的感知、行为和学习方面的基础研究；马普智能系统国际研究生院负责培养博士研究生。弗劳恩霍夫学习系统进展中心作为基础研究和企业之间的连接，开展与制造业和服务业相关的研究，帮助中小企业应用现代人工智能的方法。网络谷在组织管理结构上设有全体大会和执行委员会。全体大会负责决策网络谷最根本、最首要的发展问题和战略利益，马普学会、巴登—符腾堡州政府和企业各占 33.3% 的选票。执行委员会负责网络谷正在执行中的项目，由全体大会选出的 3 名成员组成，这 3 名成员分别是马普学会代表、巴登—符腾堡州政府和大学代表、企业代表。

（3）出资方式。网络谷由所有合作成员共同投资，第 1 阶段投资金额约 1.65 亿欧元。巴登—符腾堡州政府、马普学会、斯图加特大学和图宾根大学负责出资建设新的研究大楼、教授席位、研究小组、研究生院和其他主要设施，其中巴登—符腾堡州政府作为最大资助者，提供了超过 1.6 亿欧元的资助[⑫]，产业界合作成员在 2018—2022 年共为马普智能系统研究所、斯图加特大学和图宾根大学的研究小组提供了总计约 750 万欧元的支持并资助了 2 个基金教授席位[⑬]。此外，网络谷还得到卡尔蔡司基金会等基金会的支持。

（4）合作成效。网络谷是欧洲最大的人工智能研究组织，在整个德国乃至国际上都享有极高的声誉，在相关排名中也名列前茅。网络谷自成立以来，合作成员之间的合作促进了德国斯图加特—图宾根地区人工智能领域生态系统的繁荣与发展，网络谷所在的巴登—符腾堡州已然成为欧洲和全球机器学习、机器人和计算机视觉的研究与创新中心，其作为核心热点地区的势头日益明显。

3.5 网络型组织模式

网络型组织模式是组织结构最为松散的一种合作组织，它在组织形式上打破了机构和地区的界限，具有多边性和立体性的特点。结点是网络型组织的基本

⑫ Fünf Jahre Cyber Valley. (2021-12-15) [2023-11-27]. https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/fuenf-jahre-cyber-valley-1.

⑬ Häufig gestellte Fragen. [2023-11-27]. http://www.cyber-valley.de/de/faqs.

单元，具有决策能力并可独立完成任务，由组织成员构成。结点以及结点之间的联结关系构成整个组织。由于该模式的组织结构最为松散，因此网络型组织有国家的引导和长期资助以使其组织结构保持稳定，并有一套特定的协调管理体系[11]。该模式的典型案例是德国联邦政府在2009—2012年间启动建立的6个跨地区、跨机构的健康研究中心，分别为德国癌症转化研究联盟（DKTK）、德国感染研究中心（DZIF）、德国心血管疾病研究中心（DZHK）、德国肺病研究中心（DZL）、德国神经退行性疾病中心（DZNE）和德国糖尿病研究中心（DZD），这些健康研究中心针对糖尿病、感染疾病、癌症、神经退行性疾病、肺病和心血管疾病开展转化医学研究（图5）。

（1）合作目的。健康研究中心的合作成员来自大学和大学外的医学研究机构，合作成员的科学专业知识在医学创新链上呈现互补性，目的是在全国范围内将常见疾病领域的研究力量集中起来，创建国家卫生研究网络，提高研究质量，加快研究成果从实验室到医疗服务的转化过程。① 大学医学院和大学附属医院。作为健康研究中心的核心成员，大学医学研究机构将科学研究、教学活动与医疗实践融合起来，并联合其他医院，以达到健康护理研究、公共卫生研究及临床试验所需的足够数量患者。② 德国联邦研究机构。罗伯特·科赫研究所、联邦药品和医疗器械研究所等德国联邦研究机构在临床试验监管和公共卫生领域提供必要的专业知识。③ 德国四大科研机构。作为健康研究中心重要合作成员，德国四大科研机构从事与其定位相符的基础研究和面向产业与应用的研究。马普学会以自然科学理论为基础，通过对发病原因和发病机制开展深入的基础研究，解决医学和临床工作中发现的科学问题；弗劳恩霍夫协会以医学应用为导向，通过创新医疗产品和医疗技术为医疗健康领域的各种问题开发现代化解决方案；亥姆霍兹联合会开展以疾病为导向的医学基础研究和应用研究，对癌症、神经系统疾病、心血管与代谢疾病、感染疾病产生的原因及其诊断、治疗与预防进行分析和研究；莱布尼茨科学联合会从生物差异性、环境影响、生活方式等研究方向出发，为探究人类健康奥秘作出贡献。

（2）组织机制。健康研究中心以“工作组—工作站点”的双层结构开展科研活动，工作组分为科学工作组和临床工作组，合作成员通过加入工作组参与健康研究中心的研究活动。地理空间上相邻的工作组又

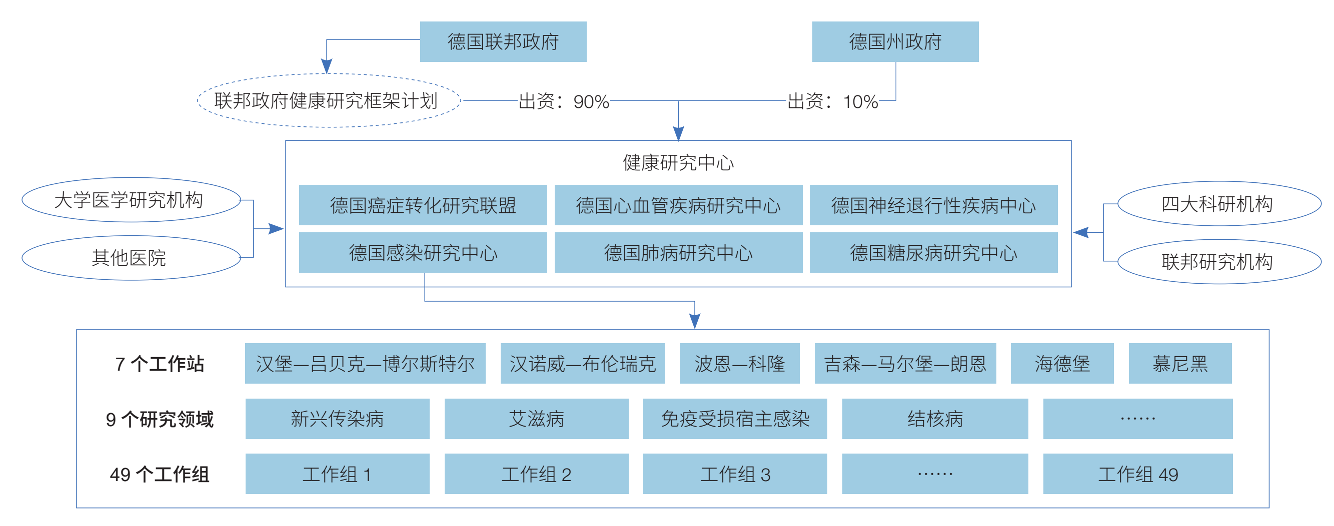


图5　网络型协同创新组织模式

Figure 5　Organizational model of collaborative innovation for network-type

联合组成工作站点，共同完成健康研究中心的研究任务，每个健康研究中心的工作站点数量通常为5—9个。例如，德国感染研究中心联合了德国35家大学和大学外的医学研究机构，其合作成员数量在所有健康研究中心中最多，在新兴传染病、艾滋病、免疫受损宿主感染、结核病、肝炎等9个研究领域设立了共49个工作组，组成了汉堡—吕贝克—博尔斯特尔、汉诺威—布伦瑞克、波恩—科隆、吉森—马尔堡—朗恩、海德堡、图宾根、慕尼黑共7个工作站点。健康研究中心在组织管理上设有决策、管理、监督和决策咨询等部门，全体大会是最高权力机关，所有合作成员通过全体大会决策健康研究中心研究战略、经费使用、人事任命等重大事项。

（3）政府作用。健康研究中心是在“德国联邦政府健康研究框架计划”下建立的，由联邦政府和州政府按照90∶10的分摊比例长期资助。每年德国联邦政府和13个州政府对健康研究中心的资助约为2.7亿欧元[12]。

（4）合作成效。健康研究中心将基础研究和临床研究成功地捆绑在一起，为加快研究成果向医疗服务的转化创造了最佳条件。2020年，由健康研究中心科学家主导的首个治疗慢性丁型肝炎的药物和一种新的心脏瓣膜技术在欧洲获得批准⑭，为造福人类作出了决定性贡献。

3.6 不同组织模式的差异与特点

德国四大科研机构协同创新形式多样，5种协同创新组织模式在结构特征、优劣势和适用场景等方面呈现出差异性（表1）。依据组织结构的松散程度，德国四大科研机构的协同创新组织模式可归纳为紧凑型和松散型2类。

（1）项目型组织模式和集成型组织模式属于合作主体数量精简、组织紧密、结构精益的紧凑型。项目型组织模式具有合作行为交互性强、易实施、责权分明、运行管理灵活高效等优势，适用于组织研究聚焦、指向性强的具体科研问题，但项目型组织模式具有临时性和动态性特征，使其缺乏连续性和稳定性；集成型组织模式强调整体效应，具有融合性、集成性的特征，对核心组织要素进行重新整合有利于统一指挥和协调核心利益和关键行动，避免合作成员之间的利益纠纷和竞争矛盾，能够实现知识、技术、基础设施等全面共享，是谋求整体解决方案、提升整体竞争优势的最佳路径。

（2）战略联盟型组织模式、平台型组织模式和网络型组织模式属于范围广泛、合作主体多元的松散

表1　德国四大科研机构协同创新组织模式比较

Table 1　Comparison of organizational models of collaborative innovation among four major German scientific research institutes

组织模式类型		特点	优势	适用场景
紧凑型	项目型	临时性，动态性	灵活、便捷、交互性强、管理高效	研究聚焦、指向性强的特定科研活动，合作方核心优势高度互补
	集成型	融合性、集成性	放大整体效应，便于统一指挥和协调核心利益和关键行动	谋求整体解决方案提供能力和整体竞争优势提升
松散型	战略联盟型	战略性、长期性	缩短开发周期，实现规模效应	有明确的战略意图和目标，追求长远发展和长期利益
	平台型	主导性、开放性	充分放大合作成员价值	谋求“共创共赢”生态
	网络型	多边性、立体性	合作成员及知识的多元化和异质化	综合交叉程度强、规模较大的国家战略性科研攻关任务

⑭ Tempomacher in der Gesundheits-forschung. (2022-05-19) [2023-11-27]. https://deutschezentren. de/news/10-jahre-dzg-tempomacher-in-der-gesundheitsforschung/.

型。战略联盟型组织模式具有明确的战略意图和目标，强调合作行为的战略性和合作关系的长期性，着眼于长远利益，一般由多个主体联合发起，优势是能够实现资源共用和技术的相互传递，进而缩短研发周期，促进技术创新；平台型组织模式依附于一个有较强科研能力和领导力的机构，充分放大合作成员价值，组织形式的开放性是其最大特点，但平台型组织模式的合作成员相对独立，表现出更高的自由度，因此调节成员之间的合作会有困难；网络型组织模式在跨领域、跨组织、跨区域的合作关系中表现出类似网状的特征，密集的多边联系是该组织模式最主要的特点，合作成员及知识的多元化和异质化适用于综合交叉程度强、规模大型的国家战略性科研攻关任务，由于网络型组织没有明显的核心，一般采用合作成员集体决策的方式决策组织的重要事项，强调合作成员达成共识，因此组织的决策效率相对较低。

4 启示与借鉴

在科学技术迅猛发展、国际科技博弈日趋复杂的形势下，集聚国家精锐科技力量，在重要战略领域和关键技术领域探索并建立更高效的协同创新组织模式，是我国塑造发展新动能新优势、增强自主创新能力、提高国际竞争力的有效路径。德国四大科研机构作为德国战略科技力量的重要组成部分，其协同创新组织模式对我国健全新型举国体制、完善国立科研机构和国家实验室等不同类型国家战略科技力量协同攻关重大科学技术问题、提升协同创新成效，具有启示与借鉴作用。

（1）引入增量资源推动协同创新发展。德国四大科研机构在国家创新体系中的定位及分工明晰，政府稳定的财政支持使德国四大科研机构恪守自身使命定位。2006年起，德国联邦政府与州政府缔结《研究与创新公约》，承诺对德国四大科研机构的资助金额每年至少增加3%，同时也对德国四大科研机构提出了加强协同合作的要求[9]。增量资源的引入对德国四大科研机构间的合作联动起到了积极的调动作用，并为协同创新的稳定运行提供了重要的经费保障。我国应改变增量科技资源主要用于竞争性项目或新增研究单元的现状，在稳定已有科研机构使命定位的基础上，通过配置增量资源鼓励科研机构开展协同创新，形成主体功能定位明确、创新优势互补的国家创新体系。

（2）强化综合性国立科研机构全链条协同创新。多样化的创新主体为协同创新创造了必要的空间。德国四大科研机构的使命定位从前沿基础研究延伸至应用技术开发，覆盖创新全链条。以中国科学院为代表的综合性国立科研机构，应充分发挥学科领域全、创新链条长的体系化、建制化优势，打破学科、领域、团队壁垒，主动对接创新链上下游的研究力量，发挥不同研究单元的差异化优势，加快形成分工明确、协同高效、分可独立作战、聚可合力攻关的科研攻坚模式。

（3）构建以国家实验室为主导的战略科技力量协同网络。具有国家实验室性质的亥姆霍兹联合会在健康研究等国家重大战略任务的协同攻关中占据主导地位，发挥引领和集聚作用。我国应在跨学科、跨领域、跨机构、跨区域、长周期、大投入的复杂重大科技协同攻关任务中，充分发挥国家实验室作为建制化国家战略科技力量的龙头牵引作用，集成各类创新资源的优势，形成具有强大整合效应、协同效应、辐射效应和放大效应的网络化协同模式，显著提升核心技术攻坚体系效能。

参考文献

1 李兴华. 协同创新是提高自主创新能力和效率的最佳形式和途径. 科技日报, 2011-09-22(01).
Li X H. Collaborative innovation is the best form and way to improve the ability and efficiency of independent innovation. Science and Technology Daily, 2011-09-22(01). (in Chinese)

2 危怀安, 聂继凯. 协同创新的内涵及机制研究述评. 中共贵

州省委党校学报, 2013, (1): 107-113.
Wei H A, Nie J K. Review on the connotation and mechanism of collaborative innovation. Journal of the Party School of Guizhou Provincial Committee of the C.P.C, 2013, (1): 107-113. (in Chinese)
3 吴琨, 殷梦丹, 赵顺龙. 协同创新组织模式与运行机制的国内外研究综述. 工业技术经济, 2016, 35(4): 9-16.
Wu K, Yin M D, Zhao S L. A domestic and international literature review of collaborative innovation organization model and operating mechanism. Journal of Industrial Technological Economics, 2016, 35(4): 9-16. (in Chinese)
4 黄娉婷. 关于协同创新研究文献的计量学分析. 顺德职业技术学院学报, 2014, 12(4): 32-35.
Huang P T. Metrological analysis of the research literature on collaborative innovation. Journal of Shunde Polytechnic, 2014, 12(4): 32-35. (in Chinese)
5 李焱焱, 叶冰, 杜鹃, 等. 产学研合作模式分类及其选择思路. 科技进步与对策, 2004, (10): 98-99.
Li Y Y, Ye B, Du J, et al. Classification of industry-university-research cooperation model and its selection. Science & Technology Progress and Policy, 2004, (10): 98-99. (in Chinese)
6 鲁若愚, 张鹏, 张红琪. 产学研合作创新模式研究——基于广东省部合作创新实践的研究. 科学学研究, 2012, 30(2): 186-193.
Lu R Y, Zhang P, Zhang H Q. Research on innovation model of industry-university-research collaboration—Based on cooperative innovation practice of Guangdong Province and ministry. Studies in Science of Science, 2012, 30(2): 186-193. (in Chinese)
7 王章豹, 韩依洲, 洪天求. 产学研协同创新组织模式及其优劣势分析. 科技进步与对策, 2015, 32(2): 24-29.
Wang Z B, Han Y Z, Hong T Q. Analysis on the organization model and their advantages and disadvantages of industry-university-research synergetic innovation. Science & Technology Progress and Policy, 2015, 32(2): 24-29. (in Chinese)
8 吴晓波, 寿涌毅, 等. 我国研究型大学的科研组织创新. 杭州: 浙江大学出版社, 2010.
Wu X B, Shou Y Y, et al. Research Organization Innovation of China's Research Universities. Hangzhou: Zhejiang University Press, 2010. (in Chinese)
9 葛春雷. 德国延续主要科学公约以稳定支持科研体系高质量发展. 科技政策与咨询快报, 2019-10-15(07).
Ge C L. Germany renews major science conventions to stabilize and support the high quality of the research system. Science&Technology Policy&Consulting, 2019-10-15(07).
10 葛春雷. 德国"慕尼黑量子谷"组建研究联盟. 科技政策与咨询快报, 2022-07-11(03).
Ge C L. Munich Quantum Valley establishes research alliance. Science&Technology Policy&Consulting, 2022-07-11(03).
11 陈喜乐, 曾海燕, 等. 新型科研机构发展模式及对策研究. 厦门: 厦门大学出版社, 2016.
Chen X L, Zeng H Y, et al. Research on the Development Model and Countermeasures of New Scientific Research Institutions. Xiamen: Xiamen University Press, 2016. (in Chinese)
12 李玲, 葛春雷. 转化医学的科研组织模式研究——以德国为例. 科研管理, 2022, 43(8): 129-139.
Li L, Ge C L. A study of the research organization model of translational medicine by taking Germany as an example. Science Research Management, 2022, 43(8): 129-139. (in Chinese)

Collaborative innovation organizational modes of major scientific research institutes in Germany

GE Chunlei[1] PEI Ruimin[1,2*] ZHANG Qiuju[1,2]

（1 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

2 School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China）

Abstract Strengthening the collaborative innovation of various innovation actors is an effective way to implement the national strategy of achieving a high level of scientific and technological self-reliance. China needs to learn from the mature countries when in the important period of promoting and developing the collaborative innovation among actors. Based on reviewing the concepts and organizational modes of collaborative innovation in the literature, this work carries out a case study of Germany's four major public research institutes and finds five collaborative innovation organizational modes: project-type, integrated-type, alliance-type, platform-type and network-type. Then, the study analyzes and summarizes the characteristics, the advantages, and the suitable application situation of the different modes from the perspectives of the innovation objectives, the collaborative actors, the organizational mechanisms, the investment way, the government's role, the collaborative effectiveness, etc. Policy enlightenment is proposed in the conclusion.

Keywords Germany, scientific research institutes, collaborative innovation, organizational modes

葛春雷 中国科学院科技战略咨询研究院助理研究员。主要研究方向：德国创新体系、科技创新战略与政策。
E-mail: gechunlei@casisd.cn

GE Chunlei Assistant Professor of Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). Her research focuses on German innovation system, science and technology innovation strategy and policy. E-mail: gechunlei@casisd.cn

裴瑞敏 中国科学院科技战略咨询研究院创新研究员。主要研究方向：科技战略与政策、创新管理、智库理论方法。
E-mail: peiruimin@casisd.cn

PEI Ruimin Professor of Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). Her research focuses on science & technology policy, innovation management, think tank theory method. E-mail: peiruimin@casisd.cn

■责任编辑：文彦杰

*Corresponding author